

**Mesin listrik berputar –
Bagian 30: Kelas efisiensi motor induksi sangkar,
fase tiga, kecepatan tunggal (kode – IE)**

(IEC 60034-30: 2008, MOD)



© BSN 2013

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah, definisi dan simbol.....	1
4 Ruang lingkup penggunaan (informatif).....	2
5 Efisiensi	3
Bibliografi	10
 Gambar 1 – Alokasi potensi penghematan dengan motor yang terpasang pada sektor Industri	 iii
 Tabel 1 – Klasifikasi efisiensi – IE	 5
Tabel 2 – Koefisien interpolasi (informatif)	6
Tabel 3 – Batas nominal (%) untuk efisiensi (IE 1) 50 Hz	7
Tabel 4 – Batas nominal (%) untuk efisiensi tinggi (IE 2) 50 Hz.....	8
Tabel 5 – Batas nominal (%) untuk Efisiensi Premium (IE 3) 50 Hz.....	9

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Mesin listrik berputar – Bagian 30: Kelas efisiensi motor induksi sangkar, fase-tiga, kecepatan tunggal (kode – IE)”, diadopsi secara modifikasi dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) 60034–30 Ed.1.0 (2008-10) “*Rotating electrical machines – Part 30: Efficiency classes of single-speed, three-phase, cage-induction motors (IE – code)*”.

Standar ini dimodifikasi dengan tidak memasukkan ketentuan yang mengatur frekuensi 60 Hz, karena sistem ketenagalistrikan di Indonesia menggunakan frekuensi 50 Hz.

Standar ini disusun oleh PT 29-09, Panitia Teknis Mesin Listrik (PTMS) dengan tujuan meningkatkan jumlah dan ketersediaan standar ketenagalistrikan di Indonesia melalui prosedur perumusan standar dan dibahas dalam Rapat Konsensus tanggal 4 November 2011 di Jakarta, serta telah melalui tahap Jajak Pendapat tanggal 7 Januari 2013 sampai dengan 7 Maret 2013 dengan hasil disetujui tanpa ada tanggapan negatif.

Beberapa standar IEC yang digunakan sebagai acuan dalam standar ini telah diadopsi menjadi SNI sebagai berikut:

- IEC 60034-1, “*Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*” ed.10 telah diadopsi menjadi SNI IEC 60034-1:2009, Mesin listrik berputar - Bagian 1: Pengenal dan kinerja.

Bilamana ada hal-hal yang dirasa kurang jelas atau meragukan agar mengacu kembali kepada standar IEC 60034–30 (2008-10).

Dalam rangka mempertahankan mutu dan ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standardisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul demi kesempurnaan standar ini di kemudian hari.

Pendahuluan

Standar ini menyediakan kelas efisiensi energi motor listrik untuk harmonisasi global.

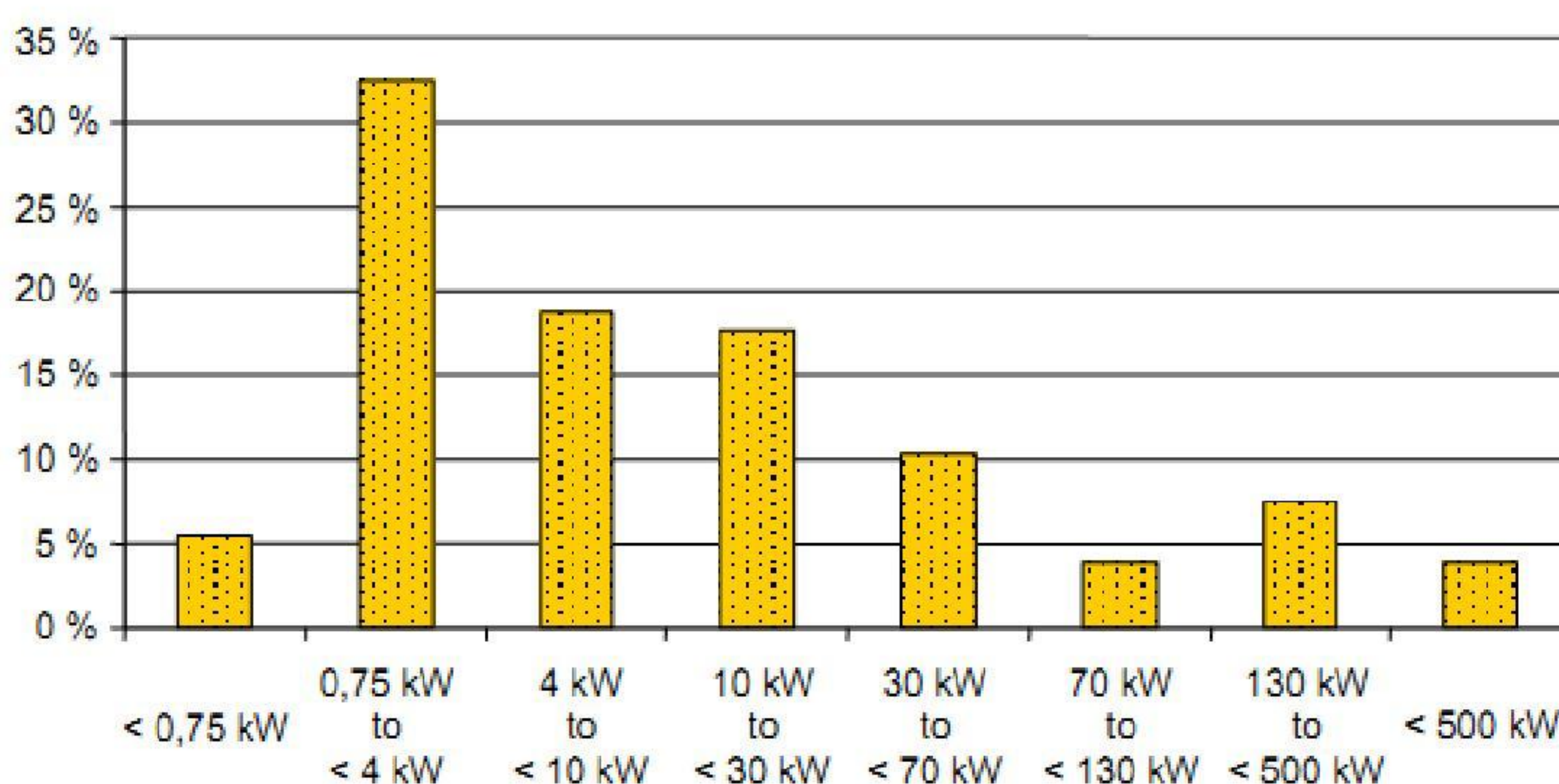
Penggunaan motor listrik di industri menyerap antara 30 % hingga 40 % dari energi listrik yang dibangkitkan di seluruh dunia. Perbaikan efisiensi dari sistem penggerak yang lengkap (yaitu motor dengan pengatur kecepatan penggeraknya) termasuk penggunaan (atau proses) merupakan perhatian utama dalam usaha efisiensi energi. Potensi penghematan energi total dari sistem yang dioptimalkan diperkirakan sekitar 30 % hingga 60 %.

Berdasarkan temuan dari IEA tanggal 7 Juli 2006 pada Lokakarya Motor, motor listrik dengan efisiensi yang diperbaiki yang dikombinasikan dengan konverter frekuensi dapat menghemat kira-kira 7 % dari energi listrik di dunia. Secara kasar seperempat hingga sepertiga dari penghematan ini berasal dari perbaikan efisiensi motor. Sisanya dari hasil perbaikan sistem.

Berbagai standar efisiensi energi untuk motor induksi sangkar telah digunakan (NEMA, EPACT, CSA, CEMEP, COPANT, AS/NZS, JIS, GB dan lainnya) dengan kelas baru yang telah dikembangkan. Hal ini menyebabkan kesulitan bertambah bagi pabrikan untuk mendesain motor untuk keperluan pasar global dan bagi konsumen untuk memahami perbedaan dan persamaan standar dari berbagai negara.

Motor dari 0.75 kW hingga 375 kW merupakan populasi motor terpasang yang paling banyak dan dicakup dalam standar ini seperti terlihat dalam Gambar 1.

Alokasi potensi penghematan motor yang terpasang pada sektor industri
(kapasitas terpasang dikalikan dengan perbaikan efisiensi rata-rata)



Sumber : 1. Laporan – SAVE “Perbaikan terhadap efisiensi motor dan penggerak” (1996)
2. Perhitungan CEMEP

Gambar 1 – Alokasi potensi penghematan dengan motor yang terpasang pada sektor Industri

Di beberapa negara motor kecil sudah termasuk kedalam peraturan efisiensi energi. Sebagian besar motor ini bukan motor induksi sangkar fase-tiga. Dan juga tipe motor tersebut tidak dioperasikan kontinu, sehingga potensi penghematan energi agak dibatasi.

Di beberapa negara motor 8 kutub termasuk kedalam peraturan efisiensi energi. Namun demikian, pangsa pasarnya sudah rendah sekali (1 % atau kurang). Sehubungan dengan permintaan yang meningkat terhadap penggerak dengan kecepatan yang bervariasi dan biaya yang rendah berkaitan dengan motor standar 4 kutub dan 6 kutub, diharapkan motor dengan 8 kutub akan hilang dari pasar umum di kemudian hari. Oleh karena itu standar ini tidak mencakup aturan untuk motor 8 kutub.

Dalam standar ini, batas nominal standar 50 Hz (IE1) dan efisiensi tinggi (IE2) didasarkan pada batas yang bersesuaian dalam CEMEP-EU EFF2 dan EFF1. Namun demikian, nilai tersebut telah diatur dengan memperhitungkan penggunaan prosedur uji yang berbeda (CEMEP: Rugi beban tambahan P_{LL} yang bernilai tetap sama sebesar 0,5 % dari daya masukan, dalam standar ini P_{LL} ditentukan dari pengujian).

Kelas super-premium baru (IE4) telah dipertimbangkan untuk edisi standar yang akan datang.

Semua pabrikan tidak diwajibkan memproduksi motor untuk semua kelas efisiensi atau semua pengenalan untuk suatu kelas tertentu.

Pemakai harus memilih kelas efisiensi berdasarkan aplikasinya tergantung pada jam operasi sebenarnya. Pemilihan motor dengan Efisiensi Tinggi atau Efisiensi Premium untuk pelayanan waktu singkat atau intermiten bukan merupakan efisiensi energi.

CATATAN Pedoman penggunaan yang lebih rinci direncanakan untuk segera diterbitkan sebagai publikasi IEC.

Standar ini menyatakan kelas efisiensi energi yang tidak tergantung batasan dimensi, suatu hal yang tidak mungkin di semua pasar untuk memproduksi motor dengan kelas efisiensi yang lebih tinggi dengan tetap menjaga dimensi mekanikal dari standar nasional/regional.

Pemerintah harus mempertimbangkan batasan diatas sebagaimana juga ruang lingkup penggunaan seperti yang dirinci dalam Ayat 4 ketika menyatakan Standar Kinerja Efisiensi Energi Minimum (*Minimum Energy Efficiency Performance Standards – MEPS*).

**Mesin listrik berputar –
Bagian 30: Kelas efisiensi motor induksi sangkar, fase-tiga,
Kecepatan-tunggal (kode – IE)**

1 Ruang lingkup

Standar ini menentukan kelas efisiensi motor induksi sangkar, fase tiga, kecepatan tunggal, yang:

- memiliki voltase pengenal U_N hingga 1 000 V;
CATATAN Standar ini berlaku juga untuk motor dengan dua voltase atau lebih.
- memiliki keluaran pengenal P_N antara 0,75 kW dengan 3,75 kW;
- memiliki kutub 2, 4 atau 6;
- berpengenal berdasarkan tipe pelayanan S1 (pelayanan kontinu) atau S3 (pelayanan intermiten yang periodik) dengan faktor durasi siklus pengenal 80% atau lebih tinggi;
- dapat beroperasi langsung ke jaringan;
- berpengenal untuk kondisi operasi berdasarkan SNI IEC 60034-1, Ayat 6.

Motor dengan flens, kaki dan/atau sumbu dengan dimensi mekanis yang berbeda dari IEC 60072-1 tercakup dalam standar ini.

Motor bergigi dan motor berpengerem tercakup dalam standar ini walaupun mungkin dengan penggunaan sumbu dan flens khusus pada motor tersebut.

Yang tidak tercakup:

- Motor yang dibuat hanya untuk beroperasi sebagai konverter berdasarkan IEC 60034-25.
- Motor yang terintegrasi selengkapnyanya kedalam mesin (misalnya pompa, kipas angin dan kompresor) yang tidak dapat diuji terpisah dari mesin.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut diperlukan untuk pemakaian Standar ini. Untuk acuan bertahun, yang berlaku hanya edisi yang disebutkan. Untuk acuan tak bertahun, berlaku edisi terakhir dari dokumen acuan (termasuk amandemennya).

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-2-1, *Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methodes for determining lossesand efficiency from test (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC 60072-1, *Dimensions and output series for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

3 Istilah, definisi dan simbol

3.1 Istilah dan definisi

Dalam standar ini, berlaku istilah dan definisi yang diberikan dalam SNI IEC 60034-1 dan berlaku yang berikut ini.

3.1.1

motor berpengerem

motor yang dilengkapi unit rem elektro mekanik yang beroperasi langsung pada poros tanpa kopling

3.1.2

motor bergigi

motor yang terhubung langsung dengan kotak gigi tanpa kopling (yaitu roda gigi pertama terpasang ke poros motor)

3.1.3

motor pompa

motor yang terhubung langsung dengan pompa tanpa kopling (yaitu sudu pompa terpasang ke poros motor)

3.1.4

efisiensi rata-rata

nilai efisiensi rata-rata untuk kelompok motor dengan desain dan pengenalan yang sama

3.1.5

efisiensi nominal

nilai efisiensi yang diperlukan untuk memenuhi kelas efisiensi tertentu berdasarkan tabel efisiensi dalam standar ini

3.1.6

efisiensi pengenalan

nilai efisiensi yang dinyatakan oleh pabrikan yang nilainya sama atau lebih besar dari nilai efisiensi nominal

3.2 Simbol

η_n adalah efisiensi nominal, %

η_N adalah efisiensi pengenalan, %

f_N adalah frekuensi pengenalan, Hz

n_N adalah kecepatan pengenalan, min^{-1}

P_N adalah daya keluaran pengenalan, kW

T_N adalah torsi keluaran pengenalan, Nm

U_N adalah voltase pengenalan, V

4 Ruang lingkup penggunaan (informatif)

Motor yang dicakup dalam standar ini dapat digunakan dengan penggerak kecepatan yang bervariasi (lihat IEC 60034-17). Dalam penggunaan yang demikian, efisiensi pengenalan motor tidak berlaku karena rugi rugi yang meningkat akibat kandungan harmonik voltase dari suplai daya.

Motor dengan metoda pendinginan yang berbeda dari IC0Ax, IC1Ax, IC2Ax, IC3Ax atau IC4Ax (lihat IEC 60034-6) kemungkinan tidak dapat mencapai spesifikasi kelas efisiensi yang lebih tinggi.

Di beberapa negara, motor dibuat untuk penggunaan terbatas (desain dengan keluaran yang besar dengan ukuran yang lebih kecil dari ukuran dalam standar nasional). Motor ini tercakup oleh standar ini. Namun, akibat ukuran kerangka yang kecil, motor ini tidak mungkin mencapai kelas efisiensi yang lebih tinggi.

Motor yang khusus dibuat untuk beroperasi dalam lingkungan yang mudah terjadi ledakan berdasarkan SNI IEC 60079-0:2009 yang tercakup dalam standar ini. Namun, akibat persyaratan keselamatan dan batasan desain tertentu dari motor tahan ledakan (seperti celah udara yang diperbesar, pengurangan arus pengasutan, meningkatkan perapat dan lainnya) beberapa motor tidak mungkin mencapai klasifikasi efisiensi yang lebih tinggi.

CATATAN 1 Sehubungan dengan persyaratan proses sertifikasi untuk beberapa motor akan diperlukan tambahan waktu dan biaya untuk mencapai pengenal efisiensi yang lebih tinggi.

Motor yang didesain khusus

- untuk mesin penggerak dengan persyaratan khusus (pelayanan dengan pengasutan yang tinggi, karakteristik torsi khusus yang tinggi dan/atau torsi patah (*breakdown*), siklus asut/henti yang terlalu sering, inersia rotor yang terlalu rendah);
- karakteristik khusus dari suplai jaringan (misalnya arus asut yang terbatas, voltase dan/frekuensi dengan toleransi yang tinggi);
- kondisi sekitar yang khusus (misalnya suhu sekitar yang terlalu rendah atau tinggi; motor penghisap asap, ketinggian tempat instalasi).

kemungkinan tidak dapat mencapai klasifikasi efisiensi yang lebih tinggi.

CATATAN 2 Pemerintah harus mempertimbangkan batasan diatas ketika menyatakan Standar Kinerja Efisiensi Energi Minimum (*minimum energy efficiency performance standards* - MEPS).

5 Efisiensi

5.1 Penentuan

5.1.1 Umum

Efisiensi ditentukan pada daya keluaran pengenal P_N , voltase pengenal U_N dan frekuensi pengenal f_N .

Efisiensi dan rugi rugi ditentukan berdasarkan IEC 60034-2-1.

Untuk IE1 (efisiensi standar) dan motor yang lebih kecil dari efisiensi standar, metoda uji dengan ketidakpastian medium dan rendah masih dapat diterima. Metode uji yang dipilih harus dinyatakan dalam dokumen motor.

Untuk level efisiensi energi yang lebih tinggi hanya metode uji dengan ketidakpastian rendah yang dapat diterima.

5.1.2 Voltase pengenal, frekuensi pengenal dan keluaran pengenal

Motor berpengenal dengan toleransi voltase yang diperbesar (misalnya $400V \pm 10\%$) harus dinyatakan dengan efisiensi pengenal tunggal dan kelas efisiensi pengenal (kode-IE) tunggal, yaitu toleransi yang diperbesar diabaikan.

Motor dengan kombinasi voltase, frekuensi, daya keluaran pengenal lebih dari satu dapat dinyatakan dengan efisiensi pengenal dan kelas efisiensi pengenal untuk setiap kombinasi voltase, frekuensi, keluaran pengenal.

Namun, minimum nilai efisiensi terendah dan kode-IE yang terkait (dari semua kombinasi voltase, frekuensi, daya keluaran) harus selalu dicantumkan pada pelat pengenal.

Semua nilai efisiensi dan kode-IE yang terkait harus tersedia dalam dokumentasi produk (katalog atau petunjuk operasi).

CATATAN Sebagai contoh di Jepang kombinasi pengenal * 200 V/50Hz – 200 V/60Hz – 220 V/60 Hz *biasa digunakan, dan di Eropa kombinasi pengenal *380 V/50 Hz – 400 V/50Hz – 415 V/50 Hz – 460 V/50 Hz* kadang-kadang digunakan. Untuk contoh ini akan terdapat tiga atau empat pengenal efisiensi dan terdapat beberapa kode-IE yang berbeda.

Kombinasi voltase/frekuensi dengan fluks magnetik dan daya keluaran yang sama, misalnya 230/400 V (delta/bintang) atau 230/460 V (dobel-bintang/bintang), akan hanya memiliki satu efisiensi pengenal dan satu kelas efisiensi (kode – IE)

5.1.3 Gawai bantu

Beberapa motor listrik yang dicakup dalam standar ini dapat dilengkapi gawai bantu seperti perapat poros, kipas angin eksternal, rem mekanis, penghenti putar balik, sensor kecepatan, tachogenerator, dsb. dalam kombinasi yang bervariasi.

Namun demikian, sepanjang gawai bantu ini bukan merupakan bagian integral dari konstruksi motor, tidak praktis untuk menentukan efisiensi dari semua kemungkinan kombinasi. Pengujian efisiensi dari motor standar yang dimodifikasi harus dilakukan pada motor tanpa terpasang gawai bantu.

Motor bergigi dan motor pompa biasanya motor standar yang dilengkapi perapat poros untuk mencegah masuknya oli atau air ke dalam motor. Perapat dianggap fitur dari kotak gigi atau pompa dan sebagai konsekuensinya efisiensi motor ini harus ditentukan tanpa dipasang perapat.

5.2 Pengenal

Penggunaan berbagai bahan, proses fabrikasi, dan pengujian menghasilkan berbagai efisiensi motor untuk suatu desain motor; efisiensi beban penuh (keluaran pengenal) dari suatu populasi yang besar dari motor dengan desain tunggal bukan merupakan suatu nilai yang unik tetapi suatu pita efisiensi. Oleh karena itu, batas efisiensi energi keluaran pengenal yang diberikan dalam standar ini adalah nominal.

Efisiensi yang dinyatakan oleh pabrik pada pelat pengenal (efisiensi pengenal) harus lebih besar atau sama dengan efisiensi nominal seperti dinyatakan dalam standar ini (berdasarkan kelas efisiensi (kode-IE) pada pelat pengenal).

Efisiensi beban penuh setiap motor individual, ketika diuji pada voltase dan frekuensi pengenal, harus tidak kurang dari efisiensi pengenal dikurangi toleransi efisiensi berdasarkan SNI IEC 60034-1:2009.

CATATAN Disarankan untuk mencantumkan efisiensi pada 50%, 75% dan pada keluaran pengenal dalam dokumentasi produk. Dalam standar ini berlaku efisiensi pada keluaran pengenal.

5.3 Klasifikasi dan penandaan

5.3.1 Umum

Penandaan kelas efisiensi energi terdiri dari huruf "IE" (kependekan dari "Kelas Efisiensi Energi Internasional"), langsung diikuti bilangan yang menunjukkan klasifikasi berdasarkan Tabel 1.

5.3.2 Klasifikasi efisiensi

Tabel 1 – Klasifikasi efisiensi – IE

Angka karakteristik	Uraian singkat	Definisi
1	Standar	Motor dengan efisiensi pengenal pada beban penuh (keluaran pengenal) yang sama dengan atau lebih besar dari batas di dalam daftar 5.4.2.
2	Tinggi	Motor dengan efisiensi pengenal pada beban penuh (keluaran pengenal) yang sama dengan atau lebih besar dari batas di dalam daftar 5.4.3.
3	Premium	Motor dengan efisiensi pengenal pada beban penuh (keluaran pengenal) yang sama dengan atau lebih besar dari batas di dalam daftar 5.4.4.
4	Super Premium	Dalam pertimbangan*.
* Level kelas efisiensi IE4 dipertimbangkan untuk dimasukkan dalam edisi standar berikutnya. Nilai Super Premium bertujuan mengurangi rugi rugi IE4 sekitar 15 % relatif terhadap IE3. Diharapkan adanya teknologi selain dari motor induksi sangkar yang diperlukan untuk memenuhi level IE4. Ruang lingkup dalam standar ini akan di amandemen sesuai dengan hasil yang diperoleh.		

5.3.3 Motor yang nilai efisiensinya kurang dari nilai standar

Beberapa motor memiliki efisiensi pengenal kurang dari batas efisiensi standar dalam Tabel 3 dan 4. Untuk motor ini tidak diperlukan penandaan kode-IE.

5.3.4 Penandaan

Efisiensi pengenal dan kode-IE harus diberi penandaan yang tahan lama pada pelat pengenal misalnya "IE2 – 84,0 %".

5.4 Batas efisiensi nominal

5.4.1 Interpolasi

5.4.1.1 Frekuensi suplai utama 50 Hz

Untuk penggunaan umum rumus berikut dapat diterapkan:

$$\eta_N = A \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^3 + B \cdot \left[\log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) \right]^2 + C \cdot \log_{10} \left(\frac{P_N}{1 \text{ kW}} \right) + D$$

dimana A,B,C,D adalah koefisien interpolasi (lihat Tabel 2); P_N dalam kW.

CATATAN 1 Rumus dan koefisien interpolasi secara matematis diturunkan untuk membuat kurva yang paling cocok untuk memenuhi batas efisiensi nominal yang dikehendaki. Nilai ini tidak memiliki pengertian fisik.

Efisiensi yang dihasilkan (%) harus dibulatkan ke nilai sepersepuluh terdekat, yaitu xx,x %.

Secara normatif, batas nominal diberikan dalam tabel 3,4 dan 5. Secara normatif, batas nominal untuk nilai daya keluaran pengenalan yang tidak dinyatakan dalam tabel dan berada dalam julat daya keluaran 0,75 kW hingga 200 kW harus dihitung dengan menggunakan rumus tersebut diatas.

CATATAN 2 Apabila klasifikasi efisiensi motor kurang dari 0,75 kW diperlukan oleh konsumen, fungsi dan koefisien interpolasi dapat digunakan untuk menghitung nilai sebagai informasi.

Tabel 2 – Koefisien interpolasi (informatif)

Kode-IE	Koefisien	50 Hz sampai dengan 200 kW		
		Kutub 2	Kutub 4	Kutub 6
IE 1	A	0,5234	0,5234	0,0786
	B	-5,0499	-5,0499	-3,5838
	C	17,4180	17,4180	17,2918
	D	74,3171	74,3171	72,2383
IE 2	A	0,2972	0,0278	0,0148
	B	-33454	-1,9247	-2,4978
	C	13,0651	10,4395	13,2470
	D	79,077	80,9761	77,5603
IE 3	A	0,3569	0,0773	0,1252
	B	-3,3076	-1,8951	-2,613
	C	11,6108	9,2984	11,9963
	D	82,2503	83,7025	80,4769

5.4.2 Batas nominal untuk Efisiensi standar (IE 1)

Tabel 3 – Batas nominal (%) untuk efisiensi (IE 1) 50 Hz

P_N kW	Jumlah kutub		
	2	4	6
0,75	72,1	72,1	70,0
1,1	75,0	75,0	72,9
1,5	77,2	77,2	75,2
2,2	79,7	79,7	77,7
3	81,5	81,5	79,7
4	83,1	83,1	81,4
5,5	84,7	84,7	83,1
7,5	86,0	86,0	84,7
11	87,6	87,6	86,4
15	88,7	88,7	87,7
18,5	89,3	89,3	88,6
22	89,9	89,9	89,2
30	90,7	90,7	90,2
37	91,2	91,2	90,8
45	91,7	91,7	91,4
55	92,1	92,1	91,9
75	92,7	92,7	92,6
90	93,0	93,0	92,9
110	93,3	93,3	93,3
132	93,5	93,5	93,5
160	93,8	93,8	93,8
200 sampai 375	94,0	94,0	94,0

5.4.3 Batas nominal untuk efisiensi tinggi (IE 2)

Tabel 4 – Batas nominal (%) untuk efisiensi tinggi (IE 2) 50 Hz

P_N kW	Jumlah kutub		
	2	4	6
0,75	77,4	79,6	75,9
1,1	79,6	81,4	78,1
1,5	81,3	82,8	79,8
2,2	83,2	84,3	81,8
3	84,6	85,5	83,3
4	85,8	86,6	84,6
5,5	87,0	87,7	86,0
7,5	88,1	88,7	87,2
11	89,4	89,8	88,7
15	90,3	90,6	89,7
18,5	90,9	91,2	90,4
22	91,3	91,6	90,9
30	92,0	92,3	91,7
37	92,5	92,7	92,2
45	92,9	93,1	92,7
55	93,2	93,5	93,1
75	93,8	94,0	93,7
90	94,1	94,2	94,0
110	94,3	94,5	94,3
132	94,6	94,7	94,6
160	94,8	94,9	94,8
200 sampai 375	95,0	95,1	95,0

5.4.4 Batas nominal untuk Efisiensi Premium (IE 3)

Tabel 5 – Batas nominal (%) untuk Efisiensi Premium (IE 3) 50 Hz

P_N kW	Jumlah kutub		
	2	4	6
0,75	80,7	82,5	78,9
1,1	82,7	84,1	81,0
1,5	84,2	85,3	82,5
2,2	85,9	86,7	84,3
3	87,1	87,7	85,6
4	88,1	88,6	86,8
5,5	89,2	89,6	88,0
7,5	90,1	90,4	89,1
11	91,2	91,4	90,3
15	91,9	92,1	91,2
18,5	92,4	92,6	91,7
22	92,7	93,0	92,2
30	93,3	93,6	92,9
37	93,7	93,9	93,3
45	94,0	94,2	93,7
55	94,3	94,6	94,1
75	94,7	95,0	94,6
90	95,0	95,2	94,9
110	95,2	95,4	95,1
132	95,4	95,6	95,4
160	95,6	95,8	95,6
200 sampai 375	95,8	96,0	95,8

Bibliografi

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-12, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from converters – Application guide*

IEC/TS 60034-25, *Rotating electrical machines – Part 25: Guidance for the design and performance of a.c. motors specifically designed for converter supply*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

ISO 3, *Preferred numbers – Series of preferred numbers*

EN 50347, *General purpose three-phase induction motors having standard dimensions and outputs – Frame numbers 56 to 315 and flange numbers 65 to 740*

EN 12101-3, *Smoke and heat control systems – Part 3: Specification for powered smoke and heat exhaust ventilators*

JISC 4212 (Japanese Industrial Standard), *Low-voltage three-phase squirrel-cage high efficiency induction motors*

NBR 7094, *Rotating electrical machines – Induction motors – Specification*

NEMA MG1, *Motors and Generators*

SANS 1804-1 (South African Standard), *Induction motors – Part 1: IEC requirements*